|  |
| --- |
| **Recomendación UIT-R F.339-7**  **(02/2006)** |
| **Anchuras de banda, relaciones señal/ruido y márgenes para el desvanecimiento en sistemas fijos de alta frecuencia** |
| **Serie F**  **Servicio fijo** |

Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

# Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT‑R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT‑T/UIT‑R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT‑R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT‑T/UIT‑R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT‑R sobre este asunto.

|  |  |
| --- | --- |
| Series de las Recomendaciones UIT-R  (También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>) | |
| **Series** | Título |
| **BO** | Distribución por satélite |
| **BR** | Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión |
| **BS** | Servicio de radiodifusión sonora |
| **BT** | Servicio de radiodifusión (televisión) |
| **F** | **Servicio fijo** |
| **M** | Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos |
| **P** | Propagación de las ondas radioeléctricas |
| **RA** | Radio astronomía |
| **RS** | Sistemas de detección a distancia |
| **S** | Servicio fijo por satélite |
| **SA** | Aplicaciones espaciales y meteorología |
| **SF** | Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo |
| **SM** | Gestión del espectro |
| **SNG** | Periodismo electrónico por satélite |
| **TF** | Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias |
| **V** | Vocabulario y cuestiones afines |

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| ***Nota****: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la   Resolución UIT-R 1.* |

*Publicación electrónica*

Ginebra, 2011

© UIT 2011

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R F.339-7[[1]](#footnote-1)\*

Anchuras de banda, relaciones señal/ruido y márgenes  
para el desvanecimiento en sistemas fijos de alta frecuencia

(1951-1953-1956-1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986-2006)

Cometido

Están en servicio, o se elaborarán para responder a futuros requisitos, una gran variedad de sistemas fijos de alta frecuencia. No es adecuado, por lo tanto, pensar en un solo sistema «típico» y utilizarlo como modelo general.

Esta Recomendación facilita una selección de ejemplos de diversos sistemas del servicio fijo de alta frecuencia utilizados en la actualidad y describe los parámetros esenciales (anchura de banda, relaciones señal/ruido (SNR) y márgenes para el desvanecimiento) de dichos sistemas. Esos parámetros deberían utilizarse en la implantación de sistemas fijos de alta frecuencia.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

a) que para facilitar la respuesta conviene precisar los aspectos técnicos que han de considerarse en futuros estudios;

b) que se necesitan valores que tengan en cuenta el desvanecimiento y las fluctuaciones de la intensidad de campo;

c) que, sin embargo, la información contenida en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R P.313 proporciona algunos resultados de los que pueden deducirse datos provisionales sobre condiciones de desvanecimiento,

recomienda

**1** que se utilicen los valores indicados en el Cuadro 1 del Anexo 1 para la relación señal/ruido (SNR) requerida para la clase de emisión considerada,

**2** que se utilicen como ayuda los valores que figuran en las columnas de condición de desvanecimiento de los Cuadros del Anexo 1, junto con la estimación del factor de fluctuación de la intensidad de campo que se indica en la Nota 4 para esos Cuadros, con miras a calcular los valores medianos mensuales de la intensidad de campo mediana horaria que se requieren para los distintos tipos y grados de servicio.

**3** que la Nota infra se considere parte de esta Recomendación.

NOTA 1 – El empleo de los valores recomendados sólo proporciona una estimación, que puede requerir ajuste para los circuitos radioeléctricos de diferentes longitudes de trayecto según el grado de servicio deseado.

Anexo 1

CUADRO 1

Relaciones señal/ruido requeridas

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Anchura de | Anchura de |  |  | Relación señal/densidad de ruido  en radiofrecuencia (2)(3) (dB) | | |
| Clase de emisión | banda del  receptor  antes de | banda del receptor  después de | Grado de servicio | SNR en  audiofrecuencia | Condición estable | Condición de desvanecimiento  (4) (5) | |
|  | la detección (Hz) | la detección (Hz) |  | (1) (dB) |  | Sin  diversidad | Doble  diversidad |
| Telegrafía A1A  8 Bd | 3 000 | 1 500 | Recepción acústica (6) | – 4 | 31 | 38 |  |
| Telegrafía A1B teleimpresor, 50 Bd | 250 | 250 | Comercial (7) | 16 | 40 |  | 58 |
| Telegrafía A1B ondulador, 120 Bd | 600 | 600 |  | 10 | 38 |  | 49 |
| Telegrafía A2A  8 Bd | 3 000 | 1 500 | Recepción acústica (6) (19) | – 4 | 35 | 38 |  |
| Telegrafía A2B  24 Bd | 3 000 | 1 500 | Comercial (7) (19) | 11 | 50 | 56 |  |
| Telegrafía F1B teleimpresor, 50 Bd,  2*D*  200 a 400 Hz | 1 500 | 100 |  |  |  |  |  |
| Telegrafía F1B teleimpresor, 100 Bd  2*D*  170 Hz con ARQ | 300 | 300 | (10) |  | 43 | 52 |  |
| Telegrafía F7B teleimpresor, 200 Bd 2*D*  400 Hz con ARQ |  |  | (10) |  |  |  |  |
| Telegrafía F1B  MDF-M 33 tonos  AT12 10 caracteres/s | 400 | 400 |  |  | 23 24 26 |  | 29 34 39 |
| Telegrafía F1B  MDF-M 12 tonos  AT15 10 caracteres/s | 300 | 300 |  |  | 26 27 29 |  | 32 36 42 |
| Telegrafía F1B  MDF-M 6 tonos  AT12 10 caracteres/s | 180 | 180 |  |  | 25 26 28 |  | 31 35 41 |
| Telegrafía F7B |  |  |  |  |  |  |  |
| Telefotografía R3C 60 rpm | 3 000 | 3 000 |  |  | 50 | 59 |  |
| Telefotografía F3C 60 rpm | 1 100 | 3 000 | Difícilmente comercial (22) Comercial bueno (22) | 15 20 | 50 55 | 58 65 |  |
| Telefonía A3E  doble banda lateral | 6 000 | 3 000 | Apenas utilizable (11) Difícilmente comercial (12) Comercial bueno (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |
| Telefonía H3E  banda lateral única,  portadora completa | 3 000 | 3 000 | Apenas utilizable (11) Difícilmente comercial (12) Comercial bueno (13) |  |  |  |  |
| Telefonía R3E  banda lateral única,  portadora reducida | 3 000 | 3 000 | Apenas utilizable (11) Difícilmente comercial (12) Comercial bueno (13) |  |  |  |  |
| Telefonía J3E  banda lateral única,  portadora suprimida | 3 000 | 3 000 | Apenas utilizable (11) Difícilmente comercial (12) Comercial bueno (13) |  | 47 56 64(14) |  |  |
| Telefonía B8E  banda lateral  independiente, 2 canales | 6 000 | 3 000 cada canal | Apenas utilizable (11) Difícilmente comercial (12) Comercial bueno (13) |  | 49 58 66(14) |  |  |
| Telefonía B8E  banda lateral independiente, 4 canales | 12 000 | 3 000 cada canal | Apenas utilizable (11) Difícilmente comercial (12) Comercial bueno (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |

CUADRO 1 (*Fin*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Anchura de | Anchura de |  |  | Relación señal/densidad de ruido  en radiofrecuencia (2)(3) (dB) | | |
| Clase de emisión | banda del  receptor  antes de | banda del receptor  después de | Grado de servicio | SNR en  audiofrecuencia | Condición estable | Condición de desvanecimiento  (4) (5) | |
|  | la detección (Hz) | la detección (Hz) |  | (1) (dB) |  | Sin  diversidad | Doble  diversidad |
| Telegrafía armónica multicanal J7B  16 canales de 75 Bd | 3 000 | 110 cada canal |  |  |  |  |  |
| Telegrafía armónica multicanal J7B  15 canales de 100 Bd  con ARQ | 3 000 | 110 cada canal | (10) |  |  |  |  |
| Telegrafía armónica  multicanal R7B  portadora reducida |  |  |  |  |  |  |  |
| Emisión compuesta B7W  16 canales de 75 Bd  1 canal telefónico (16) | 6 000 | 110 por canal telegráfico 3 000  para el canal telefónico |  |  |  |  |  |
| (1) Anchura de banda de ruido igual a la del receptor después de la detección. Para telefonía de banda lateral independiente, la anchura de banda de ruido es igual a la de un canal después de la detección.  (2) Los valores en esta columna del Cuadro 1 representan la relación potencia en la cresta de la envolvente de la señal potencia media de ruido para una anchura de banda de 1 Hz, excepto para las emisiones A3E, doble banda lateral, en que los valores representan la relación potencia de portadora potencia media de ruido para una anchura de banda de 1 Hz.  (3) Los valores de la relación señal densidad de ruido para telefonía enumerados en esta columna se aplican cuando se emplean terminales clásicos. Estos valores pueden reducirse considerablemente (en una proporción que debe aún determinarse) cuando en los terminales se aplica el principio de los compresores-expansores asociados (Lincompex) (véase la Recomendación UIT-R F.1111). Se ha comprobado que una relación señal/ruido (valor tensión cuadrática media) de 7 dB, medida en audiofrecuencia en una banda de 3 kHz, corresponde a una calidad apenas comercial a la salida del sistema, habida cuenta de la mejora introducida por el compresor-expansor.  (4) Los valores de estas columnas representan los valores medianos de la potencia de la señal con desvanecimiento necesaria para obtener un grado de servicio equivalente, y no comprenden el factor de fluctuación de la intensidad (margen para la fluctuación diaria). En general, a los valores de estas columnas pueden añadirse 11,5 dB, como factor de fluctuación de la intensidad, para llegar a valores provisionales de la relación total señal/densidad de ruido requerida, que se pueden utilizar como guía para calcular los valores medianos mensuales necesarios de la intensidad de campo mediana horaria. Ese valor de 11,5 dB se ha obtenido como sigue:  El factor de fluctuación de la intensidad de la señal, con relación a un ruido constante, es de 10 dB, el cual se considera como suficiente protección para el 90% de los días. Para las fluctuaciones de intensidad del ruido atmosférico se toman también 10 dB para el 90% de los días. Admitiendo que no exista correlación entre las fluctuaciones de la intensidad del ruido y las de la señal, una buena evaluación del factor combinado de las fluctuaciones de la intensidad de la señal y del ruido es:    (5) En el cálculo de las relaciones señal/densidad de ruido, en radiofrecuencia, para los desvanecimientos rápidos de corta duración, se ha utilizado una distribución logarítmica normal de la amplitud de la señal recibida con desvanecimiento (con un valor de 7 dB para la relación entre el nivel mediano y el nivel rebasado durante el 10% o el 90% del tiempo), salvo en el caso de los servicios telegráficos automáticos de gran velocidad, para los que se ha calculado la protección en la hipótesis de una distribución Rayleigh. Las Notas (6) a (25) siguientes se refieren a la protección contra el desvanecimiento rápido o de corta duración.  (6) Para una protección durante el 90% del tiempo.  (7) Para telegrafía A1B teleimpresor a 50 Bd: para protección durante el 99,99% del tiempo. Para telegrafía A2B teleimpresor a 24 Bd: para protección durante el 98% del tiempo.  (8) *PC* corresponde a la probabilidad de caracteres erróneos.  (9) En la hipótesis de un ruido atmosférico (*Vd*  6 dB).  (10) Basado en un rendimiento de transmisión del tráfico del 90%.  (11) Para una inteligibilidad del 90% de las frases.  (12) Cuando está conectado a la red del servicio público. Basado en una protección del 80%.  (13) Cuando está conectado a la red del servicio público. Basado en una protección del 90%.  (14) En la hipótesis de una mejora de 10 dB merced al uso de reductores de ruido.  (15) Mejora obtenida utilizando diversidad espacial con gran separación (varios km).  (16) Se ha supuesto una carga del transmisor correspondiente al 80% de su potencia en la cresta de la envolvente cuando lo modula la señal de telegrafía multicanal. | | | | | | | |

|  |
| --- |
| Notas relativas al Cuadro 1 (Fin)  (17) Relación señal/densidad de ruido requerida basada en la calidad de los canales telegráficos.(18) Para telefonía, los valores de esta columna representan la relación entre la señal de audiofrecuencia, medida con un vúmetro normal, y el valor cuadrático medio del ruido en una anchura de banda de 3 kHz. (La potencia de cresta de la señal correspondiente, es decir, con una modulación de 100% en el transmisor, se supone 6 dB superior.)  (19) En la hipótesis de que la potencia total de la banda lateral, junto con la portadora manipulada se traducirá en un efecto de diversidad parcial (dos elementos). Se concede un margen de 4 dB para una protección del 90% (8 Bd) y 6 dB para una protección del 98% (24 Bd).  (20) El empleo de terminales Lincompex reducirá estos valores en una proporción que está por determinar.  (21) Para un número inferior de canales estas cifras serán diferentes. Está aún por determinar la vinculación entre el número de canales y la relación señal/ruido requerida.  (22) Calidad juzgada de acuerdo con la Recomendación UIT-T T.22, «Imágenes patrón normalizadas para las transmisiones de documentos por facsímil».  (23) Para la clase de emisión H3E, los niveles de la señal de las bandas laterales y de la portadora piloto, correspondientes a una modulación al 100%, están cada uno de ellos a – 6 dB en relación con la potencia en la cresta de la envolvente. Para la recepción se utiliza un receptor BLU.  (24) Para la clase de emisión R3E, se aplica un nivel de la portadora de la señal piloto de – 20 dB en relación con la potencia en la cresta de la envolvente, y el nivel de la señal de las bandas laterales correspondiente a un 100% de modulación es 1 dB inferior a la potencia en la cresta de la envolvente.  (25) Se indican los valores típicos, que dependen de la velocidad del desvanecimiento. |

CUADRO 2

SNR requeridas para módems de alta frecuencia con MDFDC de 39 tonos  
(clase de emisión J2D)  
a)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SNR(1) (2) (3) (dB) | BER | | | |
| Velocidad de datos 2 400 bit/s | | Velocidad de datos 1 200 bit/s | |
| Canal AWGN | Condición de desvanecimiento | Canal AWGN | Condición de desvanecimiento |
| 5 |  | 8,6  10–2 |  | 6,4  10–2 |
| 10 |  | 3,5  10–2 |  | 4,4 10–3 |
| 15 |  | 1,0  10–2 |  | 3,4  10–4 |
| 20 |  | 1,0  10–3 |  | 9,0  10–6 |
| 30 |  | 1,8  10–4 |  | 2,7  10–6 |

b)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SNR(1) (2) (3) (dB) | BER | | | |
| Velocidad de datos 300 bit/s | | Velocidad de datos 75 bit/s | |
| Canal AWGN | Condición de desvanecimiento | Canal AWGN | Condición de desvanecimiento |
| 0 |  | 1,8  10–2 |  | 4,4  10–4 |
| 2 |  | 6,4  10–3 |  | 5,0  10–5 |
| 4 |  | 1,0  10–3 |  | 1,0  10–6 |
| 6 |  | 5,0  10–5 |  | 1,0  10–6 |
| 8 |  | 1,5  10–6 |  | 1,0  10–6 |

Notas relativas al Cuadro 2:

|  |
| --- |
| (1) Las cifras representan la relación entre la potencia de portadora y la potencia de ruido media en una anchura de banda de 3 kHz.  (2) Dos trayectos independientes con desvanecimiento Rayleigh de igual potencia media, con un retardo fijo de 2 ms entre trayectos, con desvanecimiento de 1 Hz.  (3) Los valores de estas columnas representan los valores medianos de la potencia de la señal con desvanecimiento necesaria para obtener un grado de servicio equivalente, y no comprenden el factor de fluctuación de la intensidad (margen para la fluctuación diaria). En general, a los valores de estas columnas pueden añadirse 11,5 dB, como factor de fluctuación de la intensidad, para llegar a valores provisionales de la relación total señal/densidad de ruido requerida, que se pueden utilizar como guía para calcular los valores medianos mensuales necesarios de la intensidad de campo mediana horaria. Ese valor de 11,5 dB se ha obtenido como sigue:  El factor de fluctuación de la intensidad de la señal, con relación a un ruido constante, es de 10 dB, el cual se considera como suficiente protección para el 90% de los días. Para las fluctuaciones de intensidad del ruido atmosférico se toman también 10 dB para el 90% de los días. Admitiendo que no exista correlación entre las fluctuaciones de la intensidad del ruido y las de la señal, una buena evaluación del factor combinado de las fluctuaciones de la intensidad de la señal y del ruido es: |

CUADRO 3

SNR requeridas para velocidades de datos y modulación mostrada  
(clase de emisión J2D)  
a)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidad de datos de usuario (bit/s) | Modulación | SNR(1) promedio (dB) | | | |
| BER 1,0  10–4 (2) | | BER 1,0  10–5 (2) | |
| Canal AWGN | Condición de desvaneci­miento(3) (4) | Canal AWGN | Condición de desvaneci­miento(3) (4) |
| 12 800 | MAQ-64 | 27 | – | 28 | *–* |
| 9 600 | MAQ-64 | 21 | 30 | 22 | 32 |
| 8 000 | MAQ-32 | 19 | 26 | 19 | 28 |
| 6 400 | MAQ-16 | 16 | 23 | 16 | 24 |
| 4 800 | MDF-8 | 13 | 20 | 14 | 21 |
| 3 200 | MDFA | 9 | 14 | 9 | 15 |

CUADRO 3 (*Fin*)  
**b)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidad de datos de usuario (bit/s) | Modulación | SNR(1) promedio (dB) | | | |
| BER < 1,0  10–2 | | BER < 1,0  10–3 | |
| Canal AWGN | Condición de desvaneci­miento(3) (4) | Canal AWGN | Condición de desvaneci­miento(3) (4) |
| 1 200 | 8 MDF | 9 |  | 10 | 20 |
| 2 400 | 8 MDF | 10 | 15 | 15 | 25 |
| 3 600 | 8 MDF | 17 | 20 | 19 | 40 |
| NOTA 1 – Las técnicas de aplicación de sistemas indicadas en la parte inferior de este Cuadro preceden a los sistemas que figuran en la parte superior del Cuadro 3a) y del Cuadro 2.  (1) Las cifras representan la relación entre la potencia de portadora y la potencia de ruido media en una anchura de banda de 3 kHz.  (2) Intercalador «muy largo» de 72 tramas.  (3) Dos trayectos independientes con desvanecimiento Rayleigh de igual potencia media, con un retardo fijo de 2 ms entre trayectos, con desvanecimiento de 1 Hz.  (4) Los valores de estas columnas representan los valores medianos de la potencia de la señal con desvanecimiento necesaria para obtener un grado de servicio equivalente, y no comprenden el factor de fluctuación de la intensidad (margen para la fluctuación diaria). En general, a los valores de estas columnas pueden añadirse 11,5 dB, como factor de fluctuación de la intensidad, para llegar a valores provisionales de la relación total señal/densidad de ruido requerida, que se pueden utilizar como guía para calcular los valores medianos mensuales necesarios de la intensidad de campo mediana horaria. Ese valor de 11,5 dB se ha obtenido como sigue:  El factor de fluctuación de la intensidad de la señal, con relación a un ruido constante, es de 10 dB. el cual se considera como suficiente protección para el 90% de los días. Para las fluctuaciones de intensidad del ruido atmosférico se toman también 10 dB para el 90% de los días. Admitiendo que no exista correlación entre las fluctuaciones de la intensidad del ruido y las de la señal, una buena evaluación del factor combinado de las fluctuaciones de la intensidad de la señal y del ruido es: | | | | | |

1. \* La Comisión de Estudio 9 de Radiocomunicaciones introdujo en 2000 modificaciones de redacción en esta Recomendación, de conformidad con la Resolución UIT-R 44. [↑](#footnote-ref-1)